

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. November 2001 (08.11.2001)

PCT

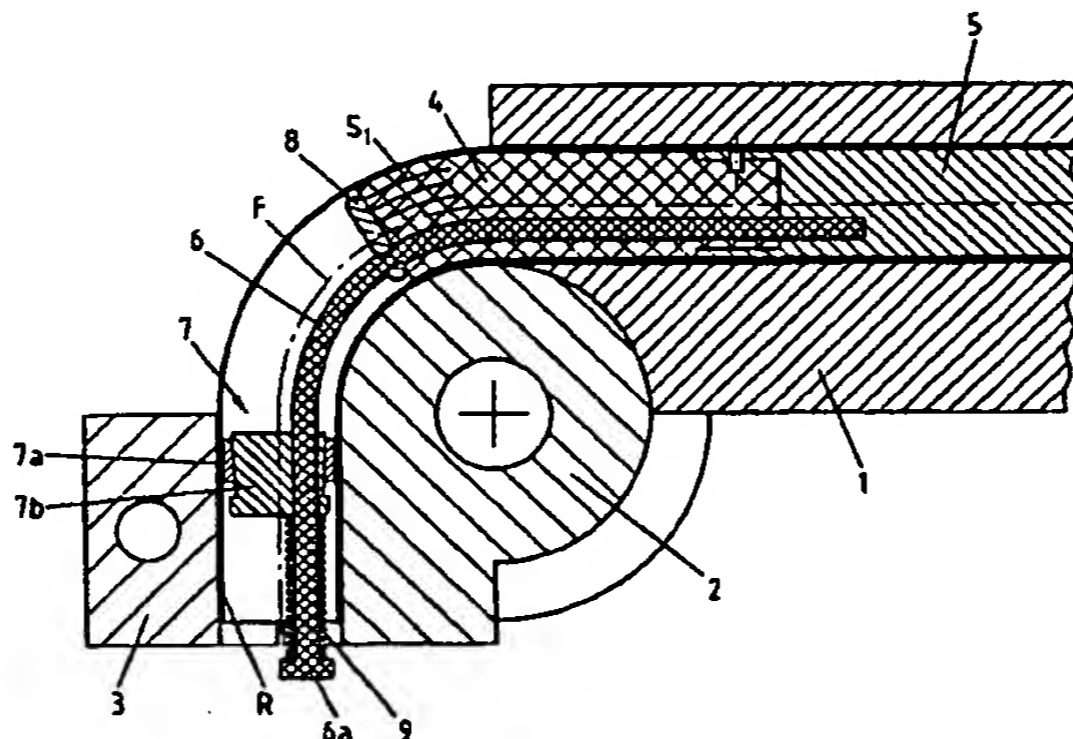
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/83130 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B21D 9/01, 9/07** (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **THYSSEN KRUPP STAHL AG** [DE/DE]; August-
Thyssen-Strasse 1, 40211 Düsseldorf (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP01/01479**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
10. Februar 2001 (10.02.2001) (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FLEHMIG, Thomas**
[DE/DE]; Annette-Kolb-Strasse 4, 40885 Ratingen (DE).
KNEIPHOF, Uwe [DE/DE]; Hagelstrasse 82, 46535
Dinslaken (DE). **NEUHAUSMANN, Thomas** [DE/DE];
Keplerstrasse 9, 47441 Moers (DE). **KIBBEN, Martin**
[DE/DE]; Sibyllenweg 19, 46537 Dinslaken (DE).
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
100 20 725.1 27. April 2000 (27.04.2000) **DE** (74) Anwalt: **COHAUSZ & FLORACK**; Kanzlerstrasse 8a,
40472 Düsseldorf (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **BENDING DEVICE FOR THIN-WALLED METAL PIPES**

(54) Bezeichnung: **BIEGEVORRICHTUNG FÜR DÜNNWANDIGE METALLROHRE**



(57) Abstract: The invention relates to a bending device for thin-walled metal pipes (R), comprising a straight pipe guiding device (1), and a contiguous core template (2) that can be swiveled with respect to the pipe guiding device (1) and that comprises a clamp bar (3). The bending device is further provided with a mandrel with a mandrel tip (4) that is flexible in the zone of the core template (2), and a mandrel shank (5) contiguous to and firmly linked with said mandrel tip (4), said mandrel shank being axially fixed in the pipe guiding device (1). The aim of the invention is to provide a bending device that allows to completely support the inside of the metal pipe (R) to be bent in the respective area of bending during the bending process. To this end, the flexible mandrel tip (4) that consists of a radially incompressible solid elastomer cylinder extends only across the initial section of the bending arc where the process of bending takes place. In order to pull the metal pipe (R) to be bent over said mandrel tip (4), it is clamped over a short length by means of a spherical grip holder (7) that can be inserted in the metal pipe (R) in the zone of the core template (2). Said grip holder (7) is free to move in the swivel zone of the core template (2) with respect to the mandrel tip (4) and is connected to a tensioning device (6) that is configured as a return element.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Biegevorrichtung für dünnwandige Metallrohre (R) aus einer geraden Rohrführung (1), einer sich daran anschließenden und gegenüber der Rohrführung (1) verschwenkbaren Kernschablone (2) mit Klemmleiste (3) und einem Dorn mit einer im Bereich der Kernschablone

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/83130 A1



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR),
OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(2) biegsamen Dornspitze (4) und einem sich an die Dornspitze (4) anschließenden und mit ihr fest verbundenen sowie in der Rohrführung (1) axial fixierten Dornschaft (5). Um das zu biegende Metallrohr (R) beim Biegevorgang im biegewirksamen Bereich vollflächig innenseitig abzustützen, erstreckt sich nur über den Anfangsabschnitt des Biegebogens, wo der Biegevorgang stattfindet, die aus einem radial inkompressiblen Vollzylinder aus Elastomer bestehende biegsame Dornspitze (4). Um das zu biegende Metallrohr (R) über diese Dornspitze (4) zu ziehen, ist es auf kurzer Länge mittels eines im Metallrohr (R) einsetzbaren kugeligen Spannkopfes (7) im Bereich der Kernschablone (2) eingespannt, wobei der Spannkopf (7) im Schwenkbereich der Kernschablone (2) gegenüber der Dornspitze (4) beweglich ist und an ein als Rückholelement ausgebildetes Zugmittel (6) angeschlossen ist.

Biegevorrichtung für dünnwandige Metallrohre

Die Erfindung betrifft eine Biegevorrichtung für dünnwandige Metallrohre aus einer geraden Rohrführung, einer sich daran anschließenden und gegenüber der Rohrführung verschwenkbaren Kernschablone mit Klemmleiste und einem Dorn mit einer im Bereich der Kernschablone biegsamen Dornspitze und einem sich an die Dornspitze anschließenden und mit ihr fest verbundenen sowie in der Rohrführung axial fixierten Dornschaft.

Biegevorrichtungen dieser und ähnlicher Art für dünnwandige Rohre sind bekannt (Zeitschrift "Werkstatt und Betrieb 104 (1971) 4, Seiten 271 bis 274", "Verhinderung von Faltenbildung und Einknicken dünnwandiger Rohre beim Biegen" von Prof. Dr.-Ing. G. Öhler, Bad Dürkheim). Unter "dünnwandig" versteht man in diesem Zusammenhang Rohre, deren Wandstärke bezogen auf den Durchmesser und den Biegeradius klein ist, z. B. Rohre mit einer Wandstärke von ca. 0,8 mm bei einem Durchmesser von ca. 80 mm und einem Biegeradius von ca. 120 mm. Um die beim Biegen solcher Rohre auftretenden Probleme der Faltenbildung und der Abweichung vom Kreisprofil möglichst klein zu halten, hat man das Rohr an seiner Innenwand über die gesamte Länge des Biegebogens mittels axial im Rohr fixierter Dorne abgestützt. So gibt es über den gesamten Biegebogen das

- 2 -

Rohr abstützende Dorne mit einem biegsamen Abschnitt in Form von Schraubenfedern mit eng aneinander liegenden Windungen oder in Form von eine Gliederkette bildenden, kugeligen Gelenkgliedern. Beide Arten von Dornen haben den Nachteil, daß sie das zu biegende Rohr in dem Bereich, wo das Rohr gebogen wird, nicht vollflächig abstützen. Am kritischsten ist die nicht vollflächige Abstützung am Innenbogen, wo sich Falten bilden können. Bei Gliederdornen aus kugeligen Gelenkgliedern sind von Anfang an am Innenbogen Lücken vorhanden, so daß bei ihnen die Gefahr der Faltenbildung besonders groß ist.

Ein weiteres Problem bei den bekannten Biegevorrichtungen besteht in der Einspannung des Rohranfanges. Die Abstützung auf einem starren zylindrischen Dornkopf ist problematisch, weil sich ein solcher Dornkopf, der für eine feste Einspannung des Rohres eine verhältnismäßig große Einspannlänge benötigt, nicht durch das gebogene Rohr zurückziehen läßt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Biegevorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die mit einer kurzen Einspannlänge des Rohranfanges auskommt und die die Herstellung einer Krümmung mit über die gesamte Länge kreisförmigem Querschnitt erlaubt.

Diese Aufgabe wird mit einer Biegevorrichtung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, daß die Dornspitze als ein in seiner Außenkontur der inneren Kontur des zu biegenden Metallrohres angepaßter, radial praktisch inkompressibler Vollzylinder aus einem Elastomer

- 3 -

ausgebildet ist, der sich nur über den Anfangsquerschnitt des Biegebogens erstreckt, und daß im Bereich der Kernschablone und ihrer Klemmleiste ein im Metallrohr einsetzbarer, kugeligter Spannkopf vorgesehen ist, der im Schwenkbereich der Kernschablone gegenüber der Dornspitze beweglich ist und an ein als Rückholelement ausgebildetes Zugmittel angeschlossen ist.

Bei der erfindungsgemäßen Biegevorrichtung ist das Metallrohr im biegewirksamen Anfangsabschnitt des Biegebogens durch den biegsamen, aber radial praktisch inkompressiblen Vollzylinder aus Elastomer entsprechend seiner speziellen Ausgestaltung innen „vollflächig“ abgestützt, so daß sich in diesem für die Formgebung maßgebenden Abschnitt keine Einschnürungen oder Falten bilden können. Das gilt im wesentlichen auch dann noch, wenn der Vollzylinder zwecks Verbesserung seiner Biegsamkeit zumindest außen im Biegebogen radiale Schlitze aufweist oder aus Scheiben aufgebaut ist. Denn im Unterschied zu aus Schraubenfedern oder Gliederketten aufgebauten Dornspitzen öffnen sich bei der aus einem Vollzylinder aus Elastomer aufgebauten Dornspitze die radialen Schlitze wegen des Elastomers vergleichsweise nur wenig. Eine optimale innenseitige Abstützung mit Scheiben lässt sich bei einer gezielt einstellbaren Biegsamkeit dann erreichen, wenn Elastomerscheiben mit unterschiedlichem Elastizitätsmodul eingesetzt werden. Im weiteren zur Dornspitze gelegenen Bereich kann eine gewisse radiale Kompressibilität durchaus vorteilhaft für das Biegeergebnis sein, weil damit in der Regel auch eine bessere Biegsamkeit verbunden ist. Mittels des

- 4 -

mindestens an beiden Enden abgerundeten, insbesondere kugeligen Spannkopfes, der beim Verschwenken der Kernschablone mit der Kernschablone bewegt wird, läßt sich das Metallrohr auch auf kurzer Länge ausreichend fest einspannen. Auch gibt es keine Probleme beim Zurückziehen des Dornes nach vollendetem Biegevorgang, weil der Spannkopf wegen seiner kurzen Länge und kugeligen Form problemlos, insbesondere ohne Verkanten, den Biegebogen passieren kann. Außerdem kann er noch glättend und nachprofilierend am Metallrohr wirksam werden.

Um die Biegsamkeit des Vollzylinders im Biegebogen zu verbessern gibt es neben der Möglichkeit der radialen Schlitze oder des Aufbaus aus Scheiben, insbesondere aus verschiedenen Elastomeren, auch die Möglichkeit, axiale Schlitze nach Art eines Lamellendorns vorzusehen.. Auch kann die Biegesteifigkeit des Vollzylinders über seine Länge dadurch leicht eingestellt werden, dass ganz wenige axiale Bohrungen unterschiedlichen Durchmessers und unterschiedlicher Tiefe von der Stirnseite aus verteilt in den Vollzylinder eingelassen sind. Es versteht sich, dass in diesem Fall eine geringe Einbuße an radialer Steifigkeit in Kauf genommen werden muß. Es ist dann der Entscheidung des Praktikers überlassen, ob überhaupt und wenn ja welcher großer Kompromiß eingegangen werden soll. In allen Fällen wird aber der geschlitzte Querschnitt vorzugsweise auf den Bereich oberhalb der neutralen Faser der gebogenen Dornspitze beschränkt.

- 5 -

Für das Rückholen (Zurückziehen) des Dornes und des Spannkopfes nach vollendetem Biegevorgang sieht die Erfindung zwei alternative Möglichkeiten vor:

Nach der ersten Alternative ist das Zugmittel einerseits zumindest im Biegebogen biegsam, verläuft spielfrei durch die Dornspitze und ist in der Dornspitze und/oder dem Dornschaft fixiert und ist ferner beweglich bis zu einem Anschlag durch den Spannkopf geführt. In diesem Fall ist vorzugsweise zwischen dem Spannkopf und dem Anschlag eine Druckfeder eingesetzt, die im unbelasteten Zustand den Spannkopf in Anlage an der Stirnseite des Dornes hält. Diese Ausgangslage erleichtert das Einsetzen des Dornes zur Vorbereitung des Biegevorganges.

Nach der anderen Alternative ist das Zugmittel einerseits zumindest im Biegebogen biegsam und verläuft durch die Dornspitze und den Dornschaft und ist andererseits am Spannkopf angeschlossen. In diesem Fall kann unmittelbar am Zugmittel die Rückholkraft angreifen.

Auch für die Ausbildung des Spannkopfes gibt es mehrere Möglichkeiten. Der Spannkopf kann aus einem geschlitzten, kugeligen Außenring und einem inneren Stütz- und Spannkonus bestehen, der beim Biegevorgang selbstspannend auf den Außenring wirkt. Bei dieser Alternative wird die auf das Rohr beim Biegevorgang ausgeübte Ziehkraft auf den Spannring und den Spannkonus übertragen und im Sinne einer Spreizung des Außenringes und damit einer festeren Klemmwirkung ausgenutzt, während die vom Zugmittel beim Rückholen des Spannkopfes ausgeübte Kraft im Lösungssinne wirkt. Alternativ dazu kann der Spannkopf auch aus mehreren, insbesondere zwei kugeligen Gliedern bestehen,

- 6 -

die eine starre Baueinheit bilden. Wegen der mittigen Einschnürung und der Abrundungen kommt es auch in diesem Fall zu keinen Verklemmungen im Rohrbogen beim Zurückziehen des Spannkopfes. Diese Lösung zeichnet sich bei einfachem konstruktivem Aufbau vor allem durch eine optimale Führung und besonders gute Nachprofilierungseigenschaften aus.

Da das Zugmittel während des Biegevorganges mit zunehmender Biegung mehr und mehr zwischen dem Dorn und dem Einspannkopf frei ist, ist es vorteilhaft, es zum Rohrrinnenbogen hin exzentrisch durch das Metallrohr verlaufen zu lassen. Der Vorteil liegt darin, daß beim Zurückziehen das Zugmittel sich am Innenbogen der Rohrrinnenwand abstützen kann.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer zwei Ausführungsbeispiele darstellenden Zeichnung näher erläutert. Beide Zeichnungen zeigen die Biegevorrichtung am Ende des Biegevorganges im axialen Halbschnitt.

Die Biegevorrichtung gemäß Figur 1 besteht aus einer feststehenden geraden Rohrführung 1, einer sich daran anschließenden, verschwenkbaren Kernschablone 2 mit einer Klemmleiste 3 und einem Dorn mit einer im Bereich der Kernschablone 2 angeordneten Dornspitze 4 und einem sich daran anschließenden und fest auf die Dornspitze 4 aufgestecktem, im Bereich der Rohrführung 1 befindlichen Dornschaft 5. Die Dornspitze 4 und der Dornschaft 5 sind während des Biegevorganges axial fixiert. Die Dornspitze 4 besteht aus einem Vollzylinder aus Elastomer, der

- 7 -

biegsam aber bezüglich der Verformbarkeit des Rohrmaterials radial praktisch inkompressibel ist. In der Praxis dürften Härten in der Größenordnung von 95 Shore A bis 50 Shore D für Stahlrohre geeignet sein. Zur Verbesserung der Biegsamkeit kann der Vollzylinder im biegewirksamen Abschnitt oberhalb seiner neutralen Faser F zum Außenbogen hin geschlitzt sein, und zwar axiale Schlitze S1 (Fig. 1) oder radiale Schlitze S2 (Fig. 2) aufweisen.

Zur Kernschablone 2 hin und damit zum Innenbogen exzentrisch versetzt verläuft durch die Dornspitze 4 und den Dornschaft 5 als Zugmittel 6 ein Seil. Das Zugmittel 6 ist im Dornschaft 5 axial fixiert und sitzt mit geringem Spiel in der Dornspitze 4, was für die radiale Inkompressibilität der Dornspitze 4 günstig ist, es sei denn, dass eine gewisse Kompressibilität zugunsten einer erhöhten Biegsamkeit vor allem im zur Dornspitze 4 hin gelegenen Bereich ggf. sogar mit weiteren axialen Bohrungen unterschiedlichen Querschnittes und unterschiedlicher Tiefe und radial weit genug entfernt vom Außenumfang bewusst in Kauf genommen wird, was bei von Hause aus sehr inkompressiblem Elastomer durchaus praktikabel sein könnte. An der Stirnseite der Dornspitze 4 liegt eine Druckscheibe 8 an, die in einer Nut auf dem Zugmittel 6 axial fixiert ist und ein axiales Ausweichen des Elastomermaterials des Vollzylinders mit der Folge einer Durchmesserabnahme vermindert. Das Zugmittel 6 erstreckt sich weiter durch einen Spannkopf 7. Zwischen dem Spannkopf 7 und einem Anschlag 6a sitzt auf dem Zugmittel 6 eine Druckfeder 9. Der Spannkopf 7 besteht

- 8 -

aus einem geschlitzten, kugeligen Außenring 7a und einem inneren Stütz- und Spannkonus 7b. Zwischen dem Außenring 7a und dem geraden Auslauf der Kernschablone 2 sowie der Klemmleiste 3 läßt sich das zu biegende Rohr R auf kurzer Länge einspannen.

Die Arbeitsweise der erfindungsgemäßen Biegevorrichtung des Ausführungsbeispiels der Figur 1 ist folgende:

Bei fluchtender Stellung des geraden Auslaufes der Kernschablone 2 mit der Rohrführung 1 wird das zu biegende Rohr R eingeschoben. Anschließend wird der Dorn mit Dornspitze 4 und Dornschaft 5 bei an der Dornspitze 4 anliegendem Spannkopf 7 in das Rohr R eingeschoben, bis die Dornspitze 4 im Bereich der Kernschablone 2 liegt. Dann wird die Klemmleiste 3 mit der Kernschablone 2 einerseits und dem Spannkopf 7 andererseits verspannt, wodurch das Rohr R eingeklemmt wird. Der Dornschaft 5 ist in dieser axialen Stellung durch in der Zeichnung nicht dargestellte Mittel axial in der Rohrführung 1 fixiert.

Wird nun die Kernschablone 2 entgegen dem Uhrzeigersinn verschwenkt, dann wird das von der Kernschablone 2 und der Klemmleiste 3 gehaltene Rohr R mitgenommen und über den axial festliegenden Dorn 4 hinweggezogen. Wegen des konischen Sitzes des Spannkopfes 7 sorgen die dabei selbstspannend auf den Außenring 7a einwirkenden Zugkräfte dafür, daß die Klemmkraft verstärkt wird. Das Rohr R gelangt in den gebogenen Bereich der Kernschablone 2 und die zunächst gerade Dornspitze 4 wird mehr und mehr gebogen, wobei das Rohr R an seiner Innenwand beim

- 9 -

Biegevorgang im aktiven Biegebereich lückenlos abgestützt wird, so daß sich keine Falten oder Einschnürungen bilden können.

Nach vollendetem Biegevorgang wird die Klemmleiste 3 gelockert und der Dorn mit dem Spannkopf 7 durch das gebogene Rohr R zurückgezogen. Dabei wird die Klemmwirkung des Spannkopfes 7 aufgrund des konischen Sitzes wegen der jetzt entgegengesetzt wirkenden Kräfte aufgehoben. Am Ende dieses Vorganges drückt die Druckfeder 9 den Spannkopf 7 in seine Ausgangslage an der Stirnseite der Dornspitze 4 zurück. Das gebogene Rohr R kann dann entnommen werden und die Kernschablone 2 in ihre Ausgangslage zurückgeschwenkt werden, so daß ein neues zu biegendes Rohr eingeschoben werden kann.

Das Ausführungsbeispiel der Figur 2 unterscheidet sich von dem der Figur 1 nur im Spannkopf und im Zugmittel. Soweit Übereinstimmungen bestehen, sind dieselben Bezugszeichen für die Einzelteile wie bei Figur 1 verwendet.

Der Spannkopf 17 besteht aus mehreren, insbesondere zwei starr miteinander verbundenen, kugeligen Gliedern, die an ein Seil als Zugmittel 16 angeschlossen sind. Alternativ könnte der Spannkopf 17 auch aus einem einteiligen, starren, kurzen Körper mit einer faltenbalgähnlichen Außenkontur bestehen. Das Zugmittel 16 ist beweglich durch die Dornspitze 4 und den Dornschaft 5 geführt. Beim Verschwenken kann es also nachgelassen werden. Für das Zurückholen greift die Rückholkraft an dem nach außen

- 10 -

geführten Zugmittel 16 an. Dabei wird zunächst der Spannkopf 17 durch das Rohr zurückgezogen, bis er an der Stirnseite der Dornspitze anschlägt. Dann wird der Spannkopf 17 zusammen mit der Dornspitze 4 und dem Dornschaft 5 zurückgezogen. Zu einem Verklemmen im Rohrbogen kann es trotz der starren Baueinheit der kugeligen Glieder wegen ihrer guten axialen Führung an axial versetzten Stellen und ihrer Form nicht kommen. Ihre Abrundungen und ihre mittige Einschnürung geben einerseits genügend Freiraum für das gebogene Rohr und wirken andererseits beim Zurückholen nachprofilierend auf das Rohr R ein. Es versteht sich, daß bei mehr als zwei kugeligen Gliedern, z. B. drei Gliedern das mittlere Glied mit seiner Kontur zumindest am Innenbogen zurückspringen muß. Entsprechendes gilt für einen faltenbalgähnlichen Spannkopf.

A N S P R Ü C H E

1. Biegevorrichtung für dünnwandige Metallrohre (R) aus einer geraden Rohrführung (1), einer sich daran anschließenden und gegenüber der Rohrführung (1) verschwenkbaren Kernschablone (2) mit Klemmleiste (3), und einem Dorn mit einer im Bereich der Kernschablone (2) biegsamen Dornspitze (4) und einem sich an die Dornspitze (4) anschließenden und mit ihr fest verbundenen sowie in der Rohrführung (1) axial fixierten Dornschaft (5),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Dornspitze (4) als ein in seiner Außenkontur der Innenkontur des zu biegenden Metallrohres (R) angepaßter, radial praktisch inkompressibler Vollzylinder aus einem Elastomer ausgebildet ist, der sich nur über den Anfangsabschnitt des Biegebogens erstreckt, und daß im Bereich der Kernschablone (2) und ihrer Klemmleiste (3) ein im Metallrohr (R) einsetzbarer, kugeliger Spannkopf (7,17) vorgesehen ist, der im Schwenkbereich der Kernschablone (2) gegenüber der Dornspitze (4) beweglich ist und an ein als Rückholelement ausgebildetes Zugmittel (6,16) angeschlossen ist.

2. Biegevorrichtung nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die als Vollzylinder ausgebildete Dornspitze (4) im äußeren

- 12 -

Bereich des Biegebogens radial oder nach Art eines Lamellendorns axial um den Biegebogen herum geschlitzt ist.

3. Biegevorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die als Vollzylinder ausgebildete Dornspitze (4) im stirnseitigen Bereich von durch axiale Vorspannung aneinanderliegend gehaltenen Elastomerscheiben gebildet wird.

4. Biegevorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Elastomerscheiben unterschiedliche Elastizitätsmodule haben.

5. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dornspitze (4) auf ihrer Stirnseite mit einer Druckscheibe (8) versehen ist.

6. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Zugmittel (6) einerseits zumindest im Biegebogen biegsam ist und durch die Dornspitze (4) verläuft und in der Dornspitze (4) praktisch spielfrei und/oder dem Dornschaft (5) fixiert ist und andererseits beweglich bis zu einem Anschlag (6a) durch den Spannkopf (7) geführt ist.

- 13 -

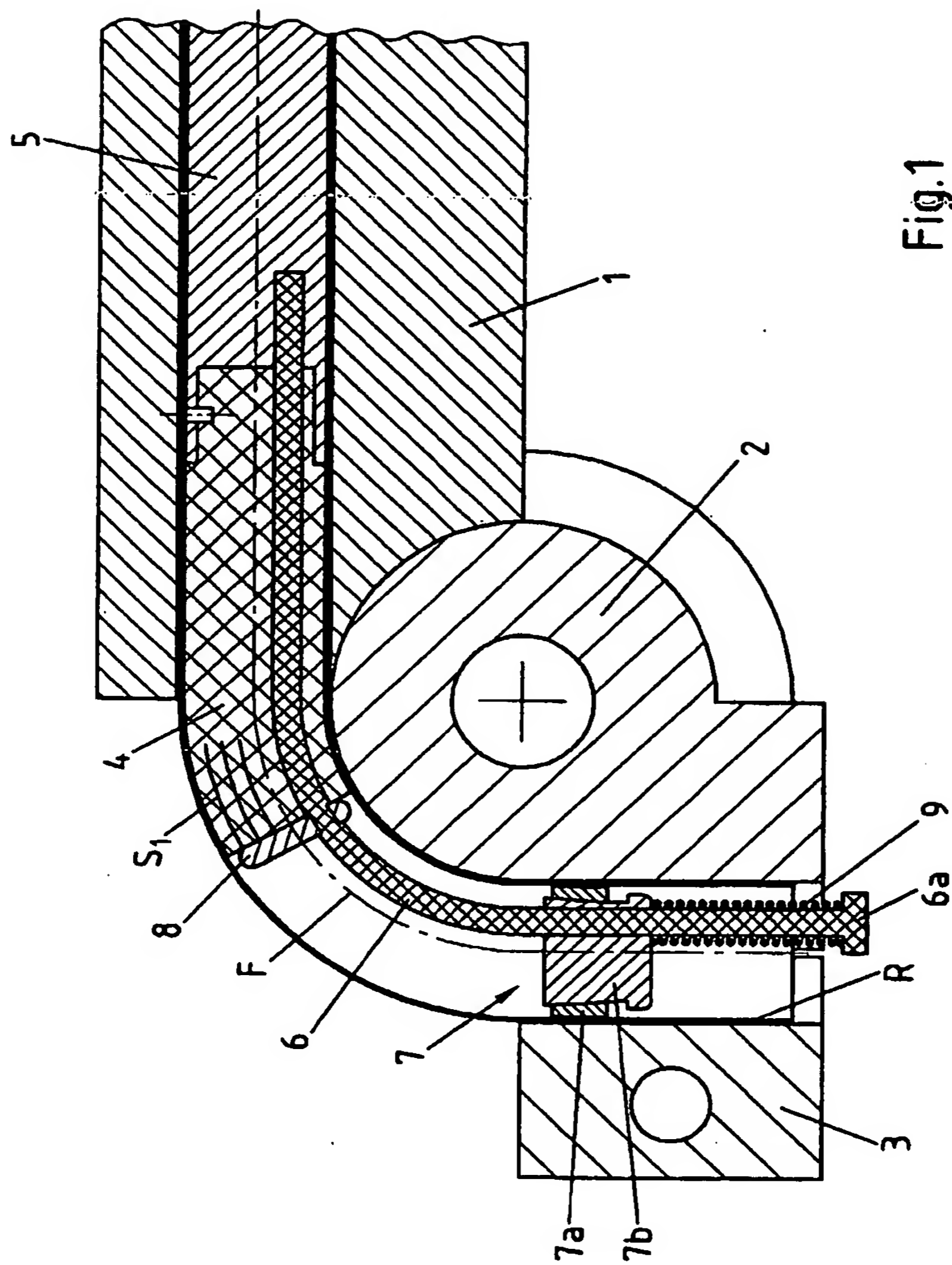
7. Biegevorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Spannkopf (7) und dem Anschlag (6a) eine Druckfeder (9) eingesetzt ist.

8. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Zugmittel (16) einerseits zumindest im Biegebogen biegsam ist und beweglich durch die Dornspitze (4) und den Dornschaft (5) verläuft und andererseits am Spannkopf (17) angeschlossen ist.

9. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannkopf (7) aus einem geschlitzten Außenring (7a) und einem inneren Stütz- und Spannkonus (7b) besteht, der beim Biegevorgang selbstspannend auf den Außenring (7a) wirkt.

10. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannkopf (17) aus mehreren kugeligen Gliedern besteht, die eine starre Baueinheit bilden.

11. Biegevorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Zugmittel (6) zum Rohrrinnenbogen hin exzentrisch durch das Metallrohr (R) verläuft.



194

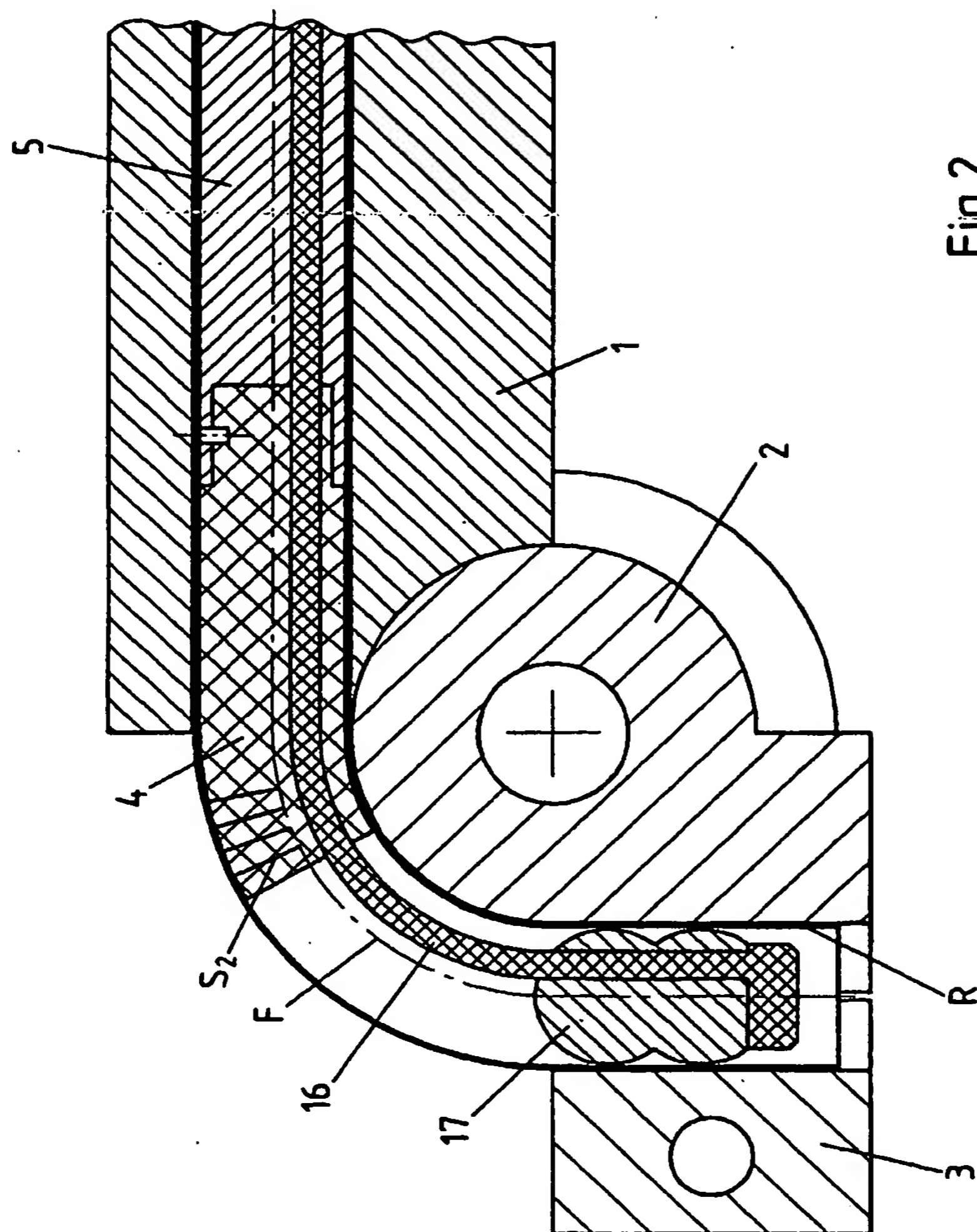


Fig. 2